



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 51 671 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 M 63/00**  
F 02 M 55/02

②① Aktenzeichen: 196 51 671.4  
②② Anmeldetag: 12. 12. 96  
④③ Offenlegungstag: 25. 6. 98

DE 196 51 671 A 1

⑦① Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE;  
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,  
DE

⑦② Erfinder:

Augustin, Ulrich, Dr.-Ing., 71394 Kernen, DE;  
Fränkle, Gerhard, Dr.-Ing., 73630 Remshalden, DE;  
Schimmeyer, Claus-Jürgen, Dipl.-Ing., 71665  
Vaihingen, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

DE 43 35 171 C1  
DE 44 14 242 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Steuerung einer Einspritzanlage für eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine

⑤⑦ Eine Steuerung einer Einspritzanlage für eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine, insbesondere eine Dieselmotorkraftmaschine, ist mit mindestens einer Hochdruckpumpe zur Förderung von Kraftstoff zu Einspritzventilen, mit einem mit einer Hochdruckpumpe über eine Hochdruckleitung verbundenen Kraftstoffeinzulaßöffnung und mit Auslaßöffnungen versehenen Verteilerelementen versehen. Von den Auslaßöffnungen des Verteilerelementes führen mindestens zwei getrennte Zweigleitungen zu den Einspritzventilen. Weiterhin sind Drucksensoren im System vorgesehen. In dem Verteilerelement erfolgt die Kraftstoffzufuhr in die Zweigleitungen über Kolben mit Drosselstellen derart, daß bei Auftreten einer größeren Leckage in einem stromabwärts vom Verteilerelement gelegenen Bereich die Kraftstoffzufuhr in dem Verteilerelement zu der Zwischenleitung mit der Leckage selbständig abgesperrt wird, und daß bei Auftreten einer kleineren Leckage ein selbständiges Verschließen einer Zweigleitung durch Abstellen der Einspritzventile der anderen Zweigleitung und Weiterförderung der Hochdruckpumpe für mindestens ein Arbeitsspiel eingeleitet wird, wobei bei Feststellung einer Beseitigung der Leckage die andere Zweigleitung mit den dazugehörigen Einspritzventilen unter Anpassung der Kraftstofffördermenge weiter betrieben wird und wobei bei Feststellung einer noch vorhandenen Leckage die abgestellten Einspritzventile nochmals ohne neue Kraftstoffförderung aktiviert werden, wonach unter Anpassung der Fördermenge ...

DE 196 51 671 A 1

Die Erfindung betrifft eine Steuerung einer Einspritzanlage für eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine, insbesondere für eine Dieselmotorkraftmaschine, nach dem im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

Eine Steuerung dieser Art und eine Kraftstoffeinspritzanlage hierfür ist in der DE 43 35 171 C1 beschrieben. Mit der bekannten Kraftstoffeinspritzanlage können Leckagen im System erkannt und die Leckageleitung kann daraufhin geschlossen werden. Die vorbekannte Anlage ist allerdings nur bei größeren Leckagen wirksam.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die bekannte Steuerung und die Einspritzanlage hierfür bezüglich ihrer Genauigkeit weiter zu verbessern, insbesondere eine Steuerung zu schaffen, durch die auch kleinere Leckagen erkannt und in diesem Falle entsprechende Maßnahmen getroffen werden können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Bei der Erfindung wurde unter anderem von der Erkenntnis ausgegangen, daß die Steuerelektronik des Motors kleinere Leckagen im System zwar grundsätzlich erkennt, aber daß daraus jedoch nicht ersichtlich ist, wo sich die Leckage genau befindet und welchen Umfang sie besitzt.

Die Abspernung der Leitung, in der sich eine größere Leckage befindet, erfolgt erfindungsgemäß zwangsweise aufgrund des Kolbens vor der Leckageleitung mit seiner Drosselstelle. Der Grund hierfür liegt in dem Druckabfall hinter dem Kolben und der nur gedrosselten Nachlieferung von Kraftstoff, womit der Kolben die dazugehörige Zweigleitung automatisch abspernt.

Kleinere Leckagen, durch die es nicht zu einem sofortigen hohen Druckabfall kommt, auf die der dazugehörige Kolben mit seiner Drosselstelle reagieren würde, werden bei dem erfindungsgemäßen Steuerungssystem jedoch ebenfalls erkannt und zwar auch bezüglich ihrer Lage. Erkennt das System nämlich einen, wenn auch geringen Druckabfall im System, so werden "auf Verdacht" einfach die Einspritzventile einer Zweigleitung abgeschlossen bzw. verschlossen gehalten, während in der anderen Zweigleitung eine Weiterförderung erfolgt. Stellt das System anschließend fest, daß keine Leckage mehr vorhanden ist, so bedeutet dies, daß "zufällig" die richtige Zweigleitung abgeschlossen worden ist. Mit einer reduzierten Kraftstofffördermenge kann anschließend mit der Zweigleitung, in der sich kein Leck befindet, in einem Notbetrieb weitergefahren werden.

Stellt das System jedoch fest, daß die Leckage nach Abstellung der Einspritzventile einer Zweigleitung immer noch vorhanden ist, so werden die zuvor abgestellten Einspritzventile in einer Förderpause der Hochdruckpumpe nochmals aktiviert. Durch den dadurch reduzierten Druck in dieser Zweigleitung sperrt der dazugehörige Schließkolben dann die Leckageleitung automatisch ab. Anschließend kann mit einer reduzierten Einspritzmenge im Notbetrieb die andere Zweigleitung weiterbetrieben werden.

Mit der erfindungsgemäßen Steuerung können auf diese Weise alle Arten von Leckagen erkannt und selbständig die entsprechenden Gegenmaßnahmen vom System getroffen werden.

Um die Ansprechempfindlichkeit zu erhöhen, kann in einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung vorgesehen sein, daß bei einem Auftreten von kleineren Leckagen die Einleitung der Überprüfung durch eine Kraftstoffeinspritzung mit Übermenge bei gleichzeitiger Reduzierung der Fördermenge erfolgt.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind aus den

übrigen Unteransprüchen aus dem nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipiell beschriebenen Ausführungsbeispiel ersichtlich.

Es zeigt:

5 Fig. 1 eine Gesamtdarstellung der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzanlage in schematischer Darstellung und

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung des Verteilerelementes mit den erfindungsgemäßen Kolben und den dazugehörigen Zweigleitungen nebst Hochdruckpumpe und Drucksensor.

Die nachfolgend beschriebene Kraftstoffeinspritzanlage ist grundsätzlich von bekannter Bauart und arbeitet in einer bekannten Betriebsweise, weshalb nur die für die Erfindung wesentlichen Teile näher beschrieben werden.

15 Eine Hochdruckpumpe 1 wird über eine Vorförderpumpe 2 aus einem Kraftstofftank 3 mit Kraftstoff versorgt. Die Hochdruckpumpe 1 fördert den Kraftstoff über eine Kraftstoffeinlaßöffnung in ein Verteilerelement 4, von wo aus er in zwei Railhälften mit Zweigleitungen 5 und 6 weitergeleitet wird. Die Zweigleitung 5 steht mit Einspritzventilen 7 und 8 und die Zweigleitung 6 mit Einspritzventilen 9 und 10 in Verbindung.

Eine Steuerelektronik 11 steuert die Hochdruckpumpe 1 und die Einspritzventile 7 bis 10 an. Am Verteilerelement 4 befindet sich ein Drucksensor 12, der mit der Steuerelektronik 11 elektrisch verbunden ist. Zusätzlich können auch weitere Drucksensoren im System, z. B. in den Zweigleitungen 5 und 6 vorgesehen sein, die in diesem Falle dann ebenfalls mit der Steuerelektronik 11 verbunden sind.

30 Der Aufbau und die Wirkungsweise des Verteilerelementes 4 ist aus der Fig. 2 deutlich ersichtlich. Die Hochdruckpumpe 1 fördert in einen Eingangsdruckraum 13. In dem Verteilerelement 4 sind einander gegenüberliegend zwei Schließkolben 14 und 15 angeordnet. Die Anordnung der beiden Schließkolben 14 und 15 ist aber so getroffen, daß sie mit einer entsprechenden Erweiterung 20 bzw. 21 in Form eines Ventiles mit jeweils einem dazugehörigen Ventilsitz 16 bzw. 17 zusammenwirken. Die Erweiterungen 20 und 21 der Schließkolben 14 und 15 stellen damit Absperrglieder dar, die im Zusammenwirken mit den Ventilsitzen 16 und 17, die gleichzeitig auch Auslaßöffnungen aus dem Verteilerelement 4 darstellen und die mit den Zweigleitungen 5 und 6 verbunden sind, in Abhängigkeit von der Stellung der Schließkolben 14 und 15 absperren.

45 Jeder der beiden Schließkolben 14 und 15 ist mit einer Drosselbohrung 18 bzw. 19 versehen, über die jeweils eine Verbindung von dem Eingangsdruckraum 13 zu einem zwischen dem Schließkolben 14 bzw. 15 und dem Ventilsitz 16 bzw. 17 angeordneten Federraum 22 bzw. 23 herstellt. In dem Federraum 22 befindet sich eine den Kolben 14 in Richtung auf den Eingangsdruckraum 13 vorspannende Feder 24. Eine Feder 25 in dem Federraum 23 spannt den Kolben 15 ebenfalls in Richtung des Eingangsdruckraumes 13 vor.

55 Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzanlage funktioniert nun auf folgende Weise:

Während eines Förderhubes der Hochdruckpumpe 1 bewegen sich die Schließkolben 14 und 15 mit ihren Erweiterungen 20 und 21 auf die dazugehörigen Ventilsitze 16 und 17 zu, ohne diese jedoch während der kurzen Förderhubzeit zu erreichen. In der Förderpause der Hochdruckpumpe 1 wird 60 beiden Railhälften bzw. Zweigleitungen 5 und 6 jeweils die gleiche Menge Kraftstoff aus den Einspritzventilen 7 und 8 bzw. 9 und 10 entnommen. Durch die Rückstellkräfte der Federn 24 und 25 werden die beiden Schließkolben 14 und 15 wieder in ihre Ausgangsposition zurückgeschoben. Die Drosselstellen in den beiden Drosselbohrungen 18 und 19 bewirken, daß während der Förderung der Hochdruck-

pumpe 1 nicht genügend Zeit vorhanden ist, daß über diese Drosselstellen Kraftstoff geleitet wird. Während der Förderpause der Hochdruckpumpe 1 hingegen, in der sich die beiden Schließkolben 14 und 15 wieder in ihre Ausgangsstellung zurückbewegen, wird der Kraftstoff aus dem Eingangsdruckraum 13 über die Drosselbohrungen 18 und 19 als Nachfüllmenge in die Federräume 22 und 23 und damit auch in die Zweigleitungen 5 und 6 geleitet.

Selbstverständlich müssen die Drosselbohrungen mit den Drosselstellen nicht als reine Bohrungen ausgebildet sein, sondern sie können gegebenenfalls auch als Drosselnuten oder gewollte Undichtigkeiten am Umfang der Schließkolben 14 und 15 ausgebildet sein. Wesentlich ist lediglich, daß nur eine gedrosselte Verbindung zwischen dem Eingangsdruckraum 13 und den Kolbenräumen 22 und 23 besteht.

Bei Auftreten eines Störfalles durch eine größere Leckage stromab des Verteilerelementes 4, z. B. in der Zweigleitung 5, erreicht der Schließkolben 14 aufgrund des Druckabfalles den Ventilsitz 16 und verschließt damit die Öffnung. Dieser Verschuß bleibt auch in einer Förderpause der Hochdruckpumpe 1 aufgrund der Druckunterschiede am Ventilsitz 16. Auf diese Weise ist der Zugang zu der undichter Stelle selbstständig geschlossen und ein Notfahrbetrieb ist mit der intakten Railseite, im Falle des Beispiels, der Zweigleitung 6 möglich. Im allgemeinen wird hierzu die Elektronik über einen nicht dargestellten Druckregler eine entsprechende Reduktion der von der Hochdruckpumpe 1 gelieferten Fördermenge, auf den halben Wert vornehmen.

Stellt nun das System fest, daß nur ein geringer Druckabfall im System aufgrund irgendeiner kleineren Leckage vorhanden ist, so tritt folgende Steuerung in Kraft:

Die beiden Einspritzventile 7 und 8, die von der Zweigleitung 5 aus mit Kraftstoff versorgt werden, werden durch ein Steuersignal geschlossen. Dies bedeutet, in der Zweigleitung 5 verbleibt der volle Druck. Fördert nun die Hochdruckpumpe 1 normal weiter, so kann in der Zweigleitung 5 keine nennenswerte Menge an Kraftstoff mehr aufgenommen werden, da ja die Einspritzventile 7 und 8 nicht aktiviert wurden bzw. werden. Die beiden Einspritzventile 9 und 10, die von der Zweigleitung 6 aus mit Kraftstoff versorgt werden, wurden bzw. werden in üblicher Weise geöffnet und spritzen Kraftstoff in die dazugehörigen Kolbenräume ein. Aufgrund der erneuten Aktivierung der Hochdruckpumpe 1 mit der normalen Fördermenge kann diese Menge nun aufgrund der vorangegangenen Nichtöffnung der Einspritzventile 7 und 8 nicht mehr gleichmäßig auf die beiden Zweigleitungen 5 und 6 verteilt werden. Der neu in den Eingangsdruckraum 13 einströmende Kraftstoff könnte nur in die Zweigleitung 6 abfließen, weshalb es zu einer "Schieflage" der Kolben kommt, wobei der Schließkolben 15 automatisch auf seinen Ventilsitz 17 gelangt und damit die Zweigleitung 6 absperrt. Die Nichteinspritzung von Kraftstoff in die dazugehörigen Kolbenräume durch die Einspritzventile 7 und 8 führte damit dazu, daß die Railhälfte mit der Zweigleitung 6 abgesperrt wurde. In der Förderpause stellen Drucksensoren fest, wie jetzt der Druckverlauf bzw. das Druckverhalten im Gesamtkreis ist. Dabei sind nun zwei Fälle zu unterscheiden, nämlich, es ist noch immer ein Druckabfall und damit eine Leckage vorhanden oder im System wird kein Druckabfall mehr festgestellt.

Wird kein Druckabfall festgestellt, dann bedeutet dies, daß aufgrund der vorangegangenen Steuerung, wobei die Zweigleitung 6 mit der Anlage des Schließkolbens 15 an dem Ventilsitz 17 vom System abgetrennt worden ist, "zufällig" richtig abgeschaltet worden ist, denn auf dieser Railseite muß sich die Leckage befinden. In diesem Falle werden die vorher abgeschalteten Einspritzventile 7 und 8 wieder in Funktion genommen und die Hochdruckpumpe 1 för-

dert mit reduzierter, an der Anzahl der Einspritzventile, angepaßten Menge im Notbetrieb weiter. Dabei bleibt die Railhälfte mit der Zweigleitung 6 automatisch verschlossen.

Stellt das System hingegen fest, daß nach dem Absperren der Zweigleitung 6 die Leckage weiterhin vorhanden ist, dann bedeutet dies, daß sich die Leckage in der Railhälfte mit der Zweigleitung 5 befinden muß. In diesem Falle wird Kraftstoff aus dem Eingangsdruckraum 13 über die Drosselbohrung 18 auch bei nicht geöffneten Einspritzventilen 7 und 8 nachgesaugt. Die Einspritzventile 9 und 10 auf der anderen Railseite mit der Zweigleitung 6 werden vorübergehend stillgelegt bzw. spritzen keinen Kraftstoff mehr in die dazugehörigen Kolbenräume ein. Gleichzeitig werden die Einspritzventile 7 und 8 nochmals geöffnet, womit sich der Druck in der Zweigleitung 5 noch weiter abbaut. Während dieser Zeit wird von der Hochdruckpumpe 1 noch nicht wieder gefördert. Sinkt dann der Druck infolgedessen in dem Eingangsdruckraum 13 unter den Druck in der Zweigleitung 6, in der ja keine Leckage ist und in der aufgrund der Stilllegungen der Einspritzventile 9 und 10 noch der volle Druck herrscht, bewegt sich der Schließkolben 15 wieder in die Offenstellung und gibt damit den Zugang zu der Zweigleitung 6 wieder frei. Gleichzeitig ergibt sich damit eine Druckerhöhung in dem Eingangsdruckraum 13, wobei aufgrund des fehlenden Gegendruckes in der Zweigleitung 5 der Schließkolben 14 auf seinen Ventilsitz 16 gedrückt wird und damit die Zweigleitung 5 absperrt. Auf diese Weise ist die Verbindung zur Hochdruckpumpe 1 unterbrochen und diese kann mit entsprechend reduzierter Fördermenge die nun wieder normal aktivierten Einspritzventile 9 und 10 für einen Notbetrieb mit Kraftstoff versorgen.

Um die Empfindlichkeit des Systems zu erhöhen, kann die Steuerung zur Feststellung von kleineren Leckagen auch so vorgenommen werden, daß nach dem Abschalten der Einspritzventile von einer weite nicht nur die volle Einspritzmenge, sondern sogar eine Übermenge eingespritzt wird.

Durch die erfindungsgemäße Steuerung werden somit auch kleinere Leckagen, die ansonsten einen hydraulischen Sperrmechanismus noch nicht auslösen würden, aufgrund der Ansteuerstrategie erkannt und anschließend wird ein Verschuß der "richtigen", d. h. der Railhälfte mit der Leckage provoziert.

Welche der Einspritzventile 7 bis 10 nach Erkennen einer kleineren Leckage durch die Systemsteuerung verschlossen werden, wie z. B. bei dem Ausführungsbeispiel die Einspritzventile 7 und 8 der Zweigleitung 5, spielt keine Rolle. Es ist lediglich erforderlich die Einspritzventile einer Railhälfte abzusperren bzw. stillzulegen, wonach die vorstehend genannte Prüfung und Steuerung zwangsweise abläuft und damit auf jeden Fall die richtige Railseite, nämlich die undichte Seite erkannt und dann automatisch vom System abgetrennt wird.

#### Patentansprüche

1. Steuerung einer Einspritzanlage für eine mehrzylinderige Brennkraftmaschine insbesondere eine Dieselmotorkraftmaschine, mit mindestens einer Hochdruckpumpe zur Förderung von Kraftstoff zu Einspritzventilen, mit einem mit einer Hochdruckpumpe über eine Hochdruckleitung verbundenen Kraftstoffeinlaßöffnung und mit Auslaßöffnungen versehenen Verteilerelement, von dessen Auslaßöffnungen aus mindestens zwei getrennt zu den Einspritzventile führende Zweigleitungen abzweigen, und mit Drucksensoren, **dadurch gekennzeichnet**, daß in dem Verteilerelement (4) die Kraftstoffzufuhr in die Zweigleitungen (5, 6)

über Kolben (14, 15) mit Drosselstellen (18, 19) derart erfolgt, daß bei Auftreten einer größeren Leckage in einem stromabwärts vom Verteilerelement (4) gelegenen Bereich die Kraftstoffzufuhr in dem Verteilerelement (4) zu der Zwischenleitung (5 bzw. 6) mit der Leckage selbständig abgesperrt wird, und daß bei Auftreten einer kleineren Leckage ein selbständiges Verschließen einer Zweigleitung (5 bzw. 6) durch Abstellen der Einspritzventile (7, 8 bzw. 9, 10) der anderen Zweigleitung (5 bzw. 6) und Weiterförderung der Hochdruckpumpe (1) für mindestens ein Arbeitsspiel eingeleitet wird, wobei bei Feststellung einer Beseitigung der Leckage die andere Zweigleitung (5 bzw. 6) mit den dazugehörigen Einspritzventilen (7, 8 bzw. 9, 10) unter Anpassung der Kraftstofffördermenge weiter betrieben wird und wobei bei Feststellung einer noch vorhandenen Leckage, die abgestellten Einspritzventile (7, 8 bzw. 9, 10) nochmals ohne neue Kraftstoffförderung aktiviert werden, wonach unter Anpassung der Fördermenge die eine Zweigleitung (5 bzw. 6) mit den dazugehörigen Einspritzventilen (7, 8 bzw. 9, 10) weiter betrieben wird.

2. Steuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Auftreten von kleineren Leckagen die Einleitung der Überprüfung durch eine Kraftstoffeinspritzung mit Übermenge bei gleichzeitiger Reduzierung der Fördermenge erfolgt.

3. Steuerung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Weiterbetrieb einer Zweigleitung (5 bzw. 6) nach Feststellung einer Leckage in einen Notbetrieb bei wenigstens annähernd halber Kraftstoffmengen Zufuhr erfolgt.

4. Steuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Verteilerelement (4) vor den Auslaßöffnungen (16, 17) für die Zweigleitungen (5, 6) Schließkolben (14, 15) angeordnet sind, die mit die Auslaßöffnungen (16, 17) verschließende Absperrglieder (20, 21) und mit Drosselbohrungen (18, 19) zwischen einem mit der Hochdruckpumpe (1) verbundenen Eingangsdruckraum (13) und jeweils einem vor den Auslaßöffnungen (16, 17) angeordneten Federraum (22, 23), in welchem sich jeweils eine in Richtung des Eingangsdruckraumes (13) den dazugehörigen Schließkolben (14, 15) vorspannende Feder (23, 24) angeordnet ist, versehen ist.

5. Steuerung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Drucksensor (12) mit dem Eingangsdruckraum (13) in Verbindung steht.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

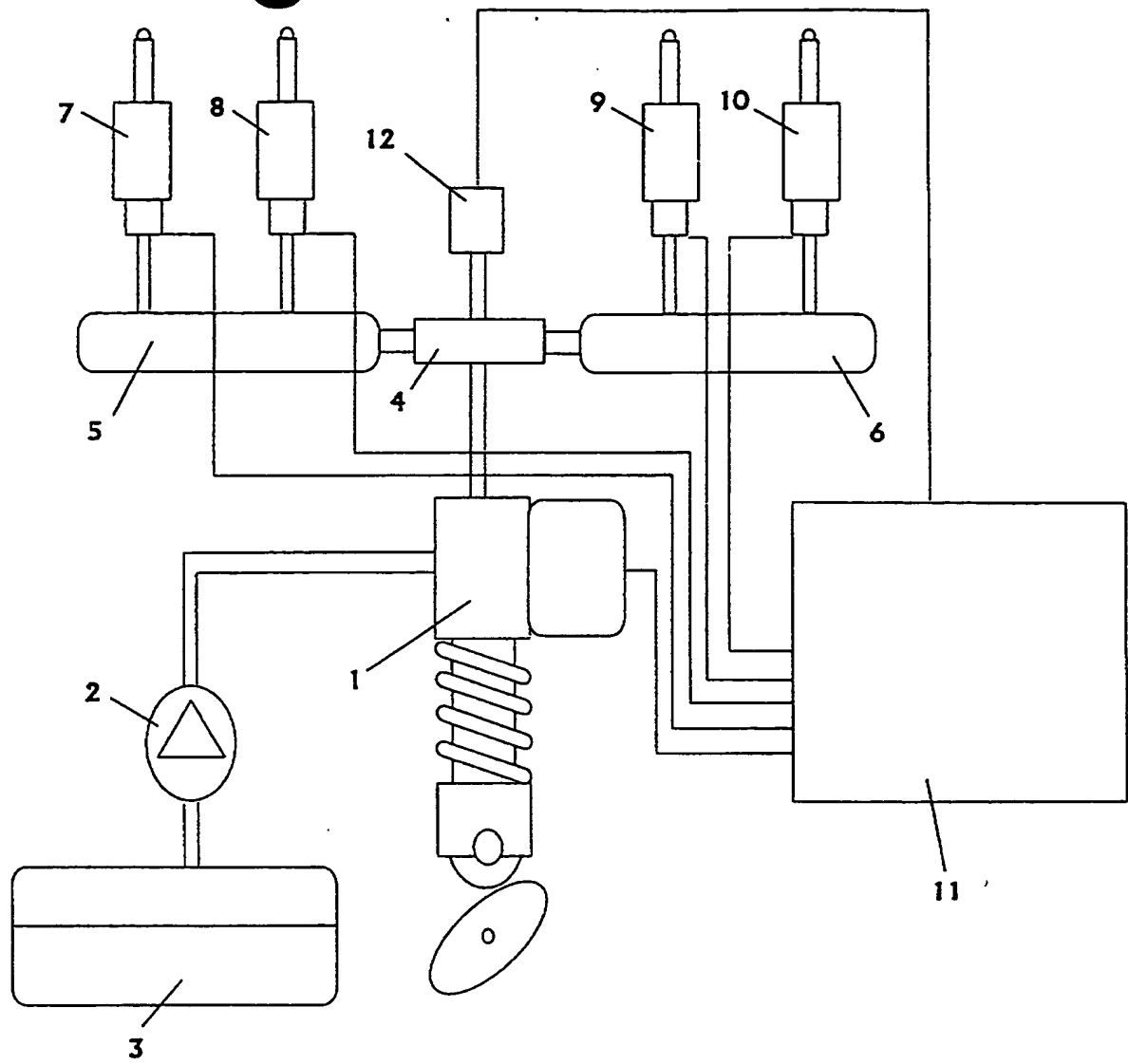


Fig. 1

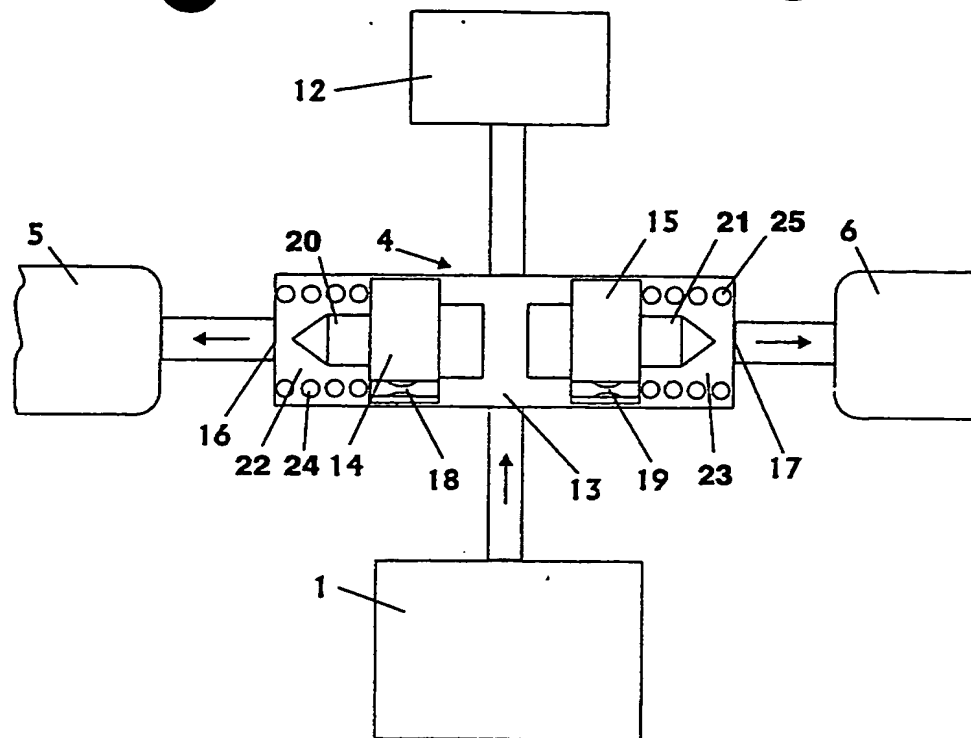


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**